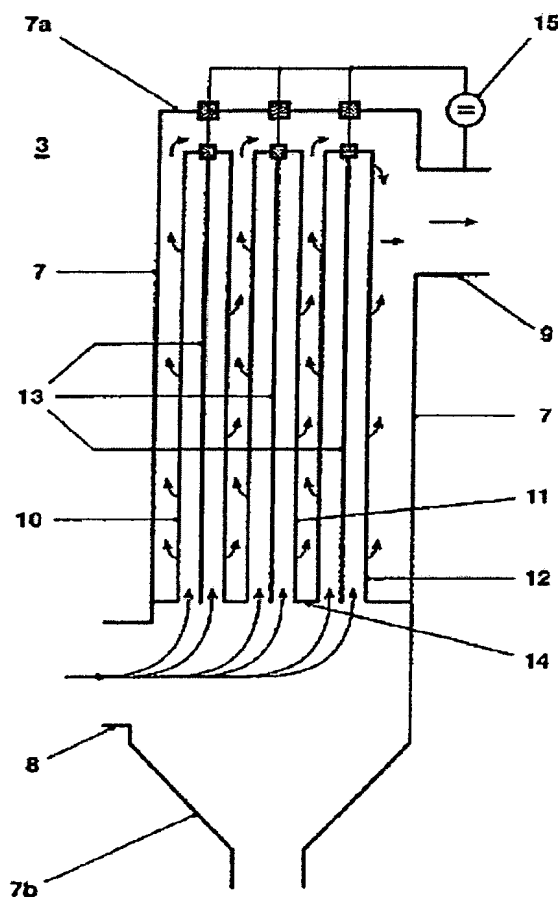


## Electrostatic filter/ppte. for high temp. flue gases

**Patent number:** DE4403855  
**Publication date:** 1995-08-10  
**Inventor:** KWETKUS ANDREAS B DR [CH]  
**Applicant:** ABB RESEARCH LTD [CH]  
**Classification:**  
- international: B03C3/14; B03C3/12  
- european: B03C3/06; B03C3/53  
**Application number:** DE19944403855 19940208  
**Priority number(s):** DE19944403855 19940208

### Abstract of DE4403855

The filter/ppte. contains filters in gps., within a compartment (7). For each filter there is a high tension electrode (13), fed by a high tension constant current source (15), which sets up an electric field in the interspace between it and the filter. Each cylindrical filter (10,11,12) has an earthed carrier electrode on its surface, or within. It is important to place the unit early in the flue gas ductwork, where temps. of 500 deg C. and higher exist. The high tension electrodes are so constructed, located and configured relative to the filters, that an electrostatic field, without corona discharge, is established.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 44 03 855 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 03 C 3/14**  
B 03 C 3/12

②1 Aktenzeichen: P 44 03 855.0  
②2 Anmeldetag: 8. 2. 94  
④3 Offenlegungstag: 10. 8. 95

DE 44 03 855 A 1

⑦1 Anmelder:  
ABB Research Ltd., Zürich, CH  
  
⑦4 Vertreter:  
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61476 Kronberg

⑦2 Erfinder:  
Kwetkus, Andreas B., Dr, Mellingen, CH

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

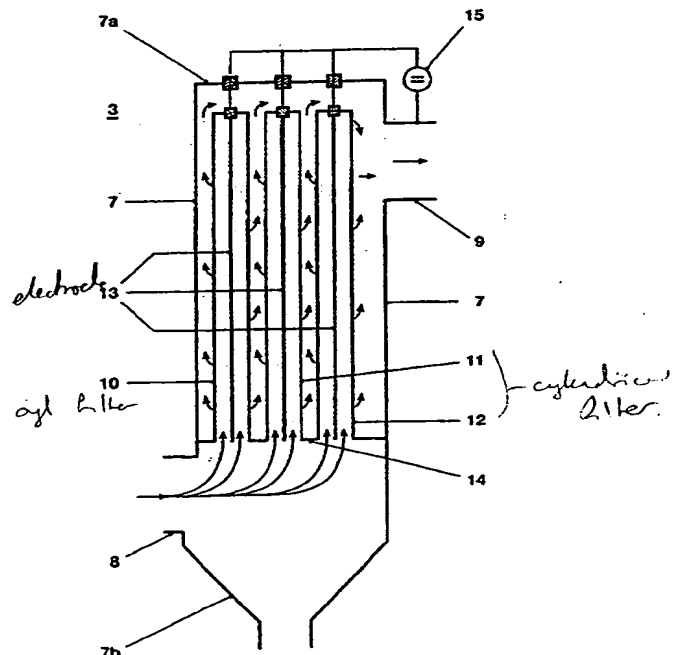
DE-PS 4 29 921  
DE 42 00 343 A1  
DE 25 05 190 A1  
US 43 57 151  
US 16 05 648  
US 13 32 981

JP 59-66364 A., In: Patents Abstracts of Japan, C-236,  
Aug. 3, 1984, Vol.8, No.168;

⑤4 Einrichtung zur Entfernung von Staubpartikeln aus Abgasen

⑤7 Zur Entfernung von Staubpartikeln aus Abgasen mit einem Oberflächenfilter mit zylindrischen Filterelementen (10, 11, 12) ist jedem Filterelement zumindest eine Hochspannungselektrode (13) und eine Masseelektrode zugeordnet. Diese ist entweder an dessen Oberfläche angeordnet, oder das Filterelement selbst ist die Masseelektrode. Eine Hochspannungs-Gleichstromquelle (15) dient zur Erzeugung eines elektrischen Feldes zwischen den Hochspannungs- und Masseelektroden. Der Oberflächenfilter (3) ist im Zuge der Abgasleitung (2) unmittelbar hinter der Partikelquelle (1) angeordnet, wo Temperaturen von 500°C und höher herrschen. Die Anordnung und Ansteuerung der Hochspannungselektroden (13; 13') ist derart gewählt, daß im wesentlichen ein elektrostatisches Feld ohne Koronaentladungen zwischen den Hochspannungs- und Masseelektroden sich ausbildet.

Durch diese Maßnahmen bedürfen die Staubpartikel keiner Voraufladung. Es wird vielmehr die natürliche Partikelladung, die vom Verbrennungsprozeß her stammt, ausgenutzt. Das elektrostatische, koronaentladungsfreie Feld dient zur Optimierung der Abscheidung auf dem Filterelement. Es bildet sich ein Filterkuchen in Form einer lockeren, porösen und damit gasdurchlässigen Schicht auf dem Oberflächenfilter, der leicht entfernt werden kann.



DE 44 03 855 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 95 508 032/344

7/30

## TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Entfernung von Staubpartikeln aus Abgasen, mit einem in einem Filtergehäuse angeordneten Oberflächenfilter welcher Oberflächenfilter im wesentlichen in Gruppen angeordnete zylindrische Filterelemente umfaßt, und wobei jeder Gruppe und/oder jedem Filterelement zumindest eine Hochspannungselektrode zugeordnet ist und jedes Filterelement eine Masseelektrode aufweist, die entweder an dessen Oberfläche oder im Filterelement selbst liegt, und mit einer Hochspannungs-Gleichstromquelle zur Erzeugung eines elektrischen Feldes zwischen den Hochspannungs- und Masseelektroden.

Eine Einrichtung dieser Art ist beispielsweise aus der US-A-5,217,511 bekannt.

## TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND UND STAND DER TECHNIK

Zur Abscheidung von Staubpartikeln aus Abgasen, z. B. Rauchgasen von kohlebefeuchten Verbrennungsanlagen, haben sich neben Elektrofiltern sogenannte Oberflächenfilter (engl. fabric filters) durchgesetzt. Das zu entstaubenden Abgas gelangt über eine Abgasleitung in den Filter. Bei Passieren des Oberflächenfilters, der regelmäßig als Schlauchfilter ausgebildet ist, setzen sich die Staubpartikel auf der äußeren Oberfläche des Filterschlauches ab. Sie werden in regelmäßigen Abständen durch Klopf- oder Rüttelvorrichtungen oder auch Druckluftstöße entfernt und gelangen in trichterförmige Sammler am Boden des Filtergehäuses.

Die sich dabei auf dem Filterschlauch aufbauende Staubschicht wirkt dabei ebenfalls als Filter. Wird diese Staubschicht zu dick und/oder zu kompakt, führt dies zu Strömungsverlusten, die durch öfteres Abreinigen verhindert werden müssen, was die Betriebskosten der Filteranlage erhöht. Auch ist der erzeugte Filterkuchen oftmals nur sehr schwer abzureinigen.

In der eingangs genannten US-A-5,217,511 werden Maßnahmen vorgeschlagen, um den Aufbau dieser Staubschicht zu beeinflussen, und zwar dergestalt, daß sich die Staubpartikel als vergleichsweise poröser Belag (Filterkuchen) auf dem Filtermaterial absetzen. Dies wird durch die Kombination von zwei Maßnahmen erreicht: Die Staubpartikel werden zunächst durch einen Voraufklärer geleitet und dort mittels Koronaentladungen aufgeladen. Danach werden die nunmehr aufgeladenen Partikel in einem elektrischen Gleichfeld, das im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche verläuft, auf der sie abgeschieden werden sollen, abgeschieden. Dieses Gleichfeld wird dadurch erzeugt, daß im Inneren jedes Filterschlauches eine gitterförmige Elektrode angeordnet ist, die auf Erdpotential liegt, die mit einer außerhalb des Filterschlauches liegenden Koronaelektrode zusammenwirkt. Dies bedingt die Einhaltung enger Toleranzen, damit die Koronaentladungen überall möglichst gleichmäßig ist.

## KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Entfernung von Staubpartikeln aus Abgasen zu schaffen, die hohe Abscheideraten ermöglicht und dabei einfach und wirtschaftlich herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Oberflächenfilter im Zuge der Abgasleitung unmittelbar hinter der Partikelquelle angeordnet ist, wo Temperaturen von 500°C und höher herrschen, daß die Anordnung und Ansteuerung der Hochspannungselektroden derart ausgebildet ist, daß im wesentlichen ein elektrostatisches Feld ohne Koronaentladungen zwischen den Hochspannungs- und Masselektroden sich ausbildet.

Der Erfindung liegt dabei folgende Erkenntnis zugrunde: Aus einem Verbrennungsprozeß stammende Partikel weisen eine natürliche, meist negative Partikelladung auf. Mit abnehmender Abgastemperatur und zunehmender Entfernung vom Verbrennungsraum verlieren sie diese Ladung immer mehr, weil sich zum einen ein thermodynamisches Gleichgewicht mit den Abgasen einstellt, und zum anderen Kontakte mit geerdeten Oberflächen (Rohrwänden etc.) die Partikel entladen.

Bringt man nun den Oberflächenfilter so nahe wie möglich an die Partikelquelle (Verbrennungsraum) heran, genügt ein elektrostatisches Feld, um an der Filteroberfläche den gewünschten lockeren porösen Filterkuchen zu erzeugen, der nicht nur leicht wieder zu entfernen ist, sondern auch auf Grund seiner Porosität einen vergleichsweise geringen Druckabfall im Abgasstrom bewirkt. Infolge der wesentlich höheren Temperaturbeanspruchung des Filtermaterials — erfahrungsgemäß liegen die Abgastemperaturen unmittelbar hinter dem Verbrennungsraum zwischen 500 und 900°C — werden die Investitionskosten für solche Filteranlagen höher, doch wird die Betriebssicherheit der Anlage erhöht, weil keine elektrische Entladungen mehr auftreten.

Die Filterelemente sind gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung als selbsttragende Strukturen ausgebildet. Im Gegensatz den bei niedrigen Temperaturen verwendeten Schlauchfiltern mit textilem Filtermaterial aus Polyaramid- oder Glasfasern kommen für die Erfindung nur Filterelemente aus hochtemperaturfesten Materialien wie Keramik oder Metall in Frage.

Derartige Filterelemente sind bekannt und in der einschlägigen Literatur beschrieben. Sofern diese Filterelemente nicht aus Metall oder aus Keramik mit einem metallischen Träger bestehen, sind sie mit einer Masselektrode zu versehen. Diese kann bei den handelsüblichen keramischen Filterkerzen, z. B. Schumacher-Kerzen, durch eine poröse Metallbeschichtung oder ein Metallgitter auf der Innen- oder Außenfläche des Filterelements hergestellt sein.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie die damit erzielbaren Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt, und zwar zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Verbrennungsanlage mit einem in der Abgasleitung angeordneten Partikelfilter zur Entfernung von Staubpartikeln;

Fig. 2 einen vereinfachten Längsschnitt durch den Partikelfilter gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen vereinfachten teilweisen Querschnitt durch den Partikelfilter gemäß Fig. 2, wobei die Hochspannungselektroden innerhalb der Filterelemente angeordnet sind;

Fig. 3 einen vereinfachten teilweisen Querschnitt durch einen Partikelfilter, bei dem die Hochspannungselektroden außerhalb der Filterelemente angeordnet

sind;

Fig. 4 eine vereinfachte perspektivische Darstellung eines Filterelements, das aus einem Hohlzylinder aus Hochtemperatur-Keramik und einem den Hohlzylinder umgebenden gitterförmigen Masselektrode besteht.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die in Fig. 1 dargestellte Verbrennungsanlage mit Einrichtung zur Entfernung von Staubpartikeln aus Abgasen umfaßt einen Verbrennungsraum 1 mit einer Abgasleitung 2, an den sich unmittelbar ein Partikelfilter 3 in Form eines Oberflächenfilters anschließt. Das von Staubpartikeln befreite Abgas verläßt den Oberflächenfilter 3 und gelangt in eine optionale Gasreinigungsanlage 4. Hier werden gasförmige Schadstoffe wie Schwefeldioxid, Stickoxide und dergl. nach bekannten Methoden abgeschieden und in einer Aufbereitungsanlage 5 weiterverarbeitet. Der im Partikelfilter 3 abgeschiedene Filterstaub wird in einer Entsorgungsanlage 6 behandelt, z. B. nach einem bekannten Verfahren verglast.

Erfindungsgemäß ist nun das Partikelfilter 3 so nahe am Verbrennungsraum 1 angeordnet — im Grenzfall bildet es mit der Verbrennungseinrichtung eine Baueinheit, daß sich die Verbrennungsgase und die mitgeführten Partikel nur unwesentlich abkühlen oder miteinander und/oder mit den Wänden der Abgasleitung in Wechselwirkung treten können. Auf diese Weise verlieren die Partikel ihre durch den Verbrennungsprozeß hervorgerufene "natürliche" Ladung nicht.

Sie gelangen gemäß Fig. 2 in ein Filtergehäuse 7 mit einem Einlaß 8 und einem Auslaß 9. Die einzelnen Filterelemente 10, 11, 12 sind vertikal angeordnet und auf geeignete Weise im Filtergehäuse 7 gehalten. Sie bestehen aus Rohren aus Fibermetall (vgl. Fig. 3). Derartige Filter sind bekannt und beispielsweise in der Veröffentlichung von Fred K. Pethick "High Temperature Baghouse Operation Using a Unique Metallic Fiber Filter Design", The User and Fabric Filtration Equipment Conf. Toronto/Canada, Sept. 1992, pp. 99—110, beschrieben und sind bis hin zu Temperaturen von 900°C verwendbar. Sie weisen eine vergleichsweise hohe Porosität (engl. void volume) von bis zu 80% auf, d. h. der Druckabfall im Filterelement ist sehr gering.

Alle Filterelemente sind am oberen Ende verschlossen, am unteren Ende hingegen offen. Im Inneren der Filterelemente verläuft coaxial eine draht- oder stabförmige Hochspannungselektrode 13, die isoliert durch den oberen Verschluss und ebenso isoliert durch die Decke 7a des Filtergehäuses 7 geführt sind. Die (metallischen) Filterelemente 10, 11, 12 werden von einer Art Rohrboden 14 getragen und liegen — durch den Einbau bedingt — auf Nassepotential und bilden gleichzeitig die Maßelektroden. Eine Hochspannungs-Gleichstromquelle 15 dient zur Erzeugung eines elektrostatischen Feldes zwischen den Hochspannungselektroden 13 und den Filterelementen 10, 11, 12.

Das zwischen 500 und 900°C heiße, staubbeladene Abgas gelangt durch den Einlaß 8 unten in das Filtergehäuse 7 und dann in das Innere der Filterelemente 10, 11, 12. Beim Passieren der Filtermaterials lagern sich die Staubpartikel an der Innenwand der Filterelemente ab. Das von den Partikeln befreite Abgas verläßt den Partikelfilter durch den Auslaß 9.

Unter dem Einfluß des elektrostatischen Gleichfeldes zwischen den Hochspannungselektroden 13 und den auf Nassepotential liegenden Filterelementen 10, 11, 12 lagern sich die Staubpartikel als lockere und damit gas-

durchlässige Schicht (Filterkuchen) an der Innenwand der Filterelemente ab. Dieser wird dann in bestimmten Zeitabständen in bekannter Weise durch Klopf- oder anderen Einrichtungen entfernt und fällt in das sich trichterförmig verengende Bodenteil 7b des Filtergehäuses.

Aufgrund der Tatsache, daß die Partikel im Filterelement noch einen Großteil ihrer natürlichen Ladung besitzen, erfolgt der Aufbau des Filterkuchens ohne daß eine Voraufladung erfolgen muß. Auch bedarf es keiner speziellen Elektrodengeometrie und entsprechender Spannungswerte, um gezielt Koronaentladungen zu erzeugen.

Anstelle von Hochspannungselektroden 13 im Inneren der Filterelemente 10, 11, 12 können die Hochspannungselektroden auch außerhalb der Filterelemente angeordnet sein, wie es in Fig. 4 veranschaulicht ist. Dies ist u. a. auch deshalb möglich, weil es bei der Erfindung nicht unbedingt darauf ankommt, ein möglichst homogenes elektrisches Feld zu erzeugen. Das elektrostatische Feld und die daraus resultierenden auf die Partikel einwirkenden Kräfte sorgen zusammen mit der Gasströmung für die Ausbildung eines porösen gasdurchlässigen und leicht abzureinigenden Filterkuchens. Solche Filterelemente und die zugehörigen (äußeren) Hochspannungselektroden 13' können analog Fig. 2 in ein Filtergehäuse eingebaut werden, wobei in Abweichung zu Fig. 2 das Innere der Filterelemente 10, 11, 12 gaseinlaßseitig verschlossen und gasauslaßseitig offen sind und der Rohrboden 14 am oberen Ende der Filterelemente liegt. Die Gasströmung vollzieht sich dann von außen durch die poröse Wand der Filterelemente in deren Inneres.

Neben der bevorzugten Ausbildung des Filterelements aus Metallfasern sind auch andere Membranfiltermaterialien und Anordnungen möglich. So werden in der Publikation von William W. Greg et al. "Survey of Available Technology for High Temperature Dry Filtration to 2000°F", einer Arbeit, die an der selben Konferenz veröffentlicht wurde, wie die Arbeit von Pethick a.a.O., rohrförmige Filterelemente aus Aluminium-Bor-Silizium-Keramik, die unter der Bezeichnung NEXTEL im Handel erhältlich sind, beschrieben. Auch sogenannte Filterkerzen und Kreuzstromfilter eignen sich für die vorliegende Erfindung. All diese Filter eignen sich für Temperaturen bis 950°C und sind selbsttragend. Um solche Filterelemente für den erfindungsgemäßen Zweck einsetzen zu können, sind sie mit einer Masselektrode zu versehen. Dies kann beispielsweise durch Aufbringen eines Drahtgitters 16 aus einem temperaturbeständigem Material, z. B. Wolfram, auf die äußere oder innere Oberfläche des Filterrohres 17 erfolgen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die innere oder äußere Oberfläche mit einem temperaturbeständigen Metall zu beschichten, das aber die Poren des keramischen Filtermaterials nicht zusetzt.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verbrennungsraum
- 2 Abgasleitung
- 3 Partikelfilter
- 4 Gasreinigungsanlage
- 5 Aufbereitungsanlage
- 6 Filterstaubentsorgung
- 7 Filtergehäuse
- 7a Decke von 7
- 7b trichterförmiger Boden von 7

8 Gaseinlaß  
 9 Gasauslaß  
 10, 11, 12 Filterelemente  
 13 Hochspannungselektrode  
 14 Rohrboden  
 15 Hochspannungsquelle  
 16 Metallgitter  
 17 Keramikrohr

5

Patentansprüche 10

1. Einrichtung zur Entfernung von Staubpartikeln aus Abgasen, mit einem in einem Filtergehäuse (7) angeordneten Oberflächenfilter, welcher Oberflächenfilter im wesentlichen in Gruppen angeordnete zylindrische Filterelemente (10, 11, 12) umfaßt, und wobei jeder Gruppe und/oder jedem Filterelement zumindest eine Hochspannungselektrode (13; 13') zugeordnet ist und jedes Filterelement eine Masseelektrode aufweist, die entweder an dessen Oberfläche oder im Filterelement selbst liegt, und mit einer Hochspannungs-Gleichstromquelle (15) zur Erzeugung eines elektrischen Feldes zwischen den Hochspannungs- und Masseelektroden, dadurch gekennzeichnet, daß der Oberflächenfilter (3) im Zuge der Abgasleitung (2) unmittelbar hinter der Partikelquelle (1) angeordnet ist, wo Temperaturen von 500°C und höher herrschen, daß die Anordnung und Ansteuerung der Hochspannungselektroden (13; 13') derart ausgebildet ist, daß im wesentlichen ein elektrostatisches Feld ohne Koronaentladungen zwischen den Hochspannungs- und Masseelektroden sich ausbildet.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterelemente (10, 11, 12) rohrförmig ausgebildet sind und die Hochspannungselektrode (13) konzentrisch im Rohrinnen angeordnet ist, und daß als Masseelektrode entweder das Filterelement selbst oder eine auf dem Filterelement.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterelemente (10, 11, 12) rohrförmig ausgebildet sind und die Hochspannungselektrode (13) außerhalb des Filterelements angeordnet ist, und daß als Masseelektrode entweder das Filterelement selbst oder eine auf dem Filterelement.

4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterelemente aus Metallfasern oder aus poröser Hochtemperatur-Keramik bestehen.

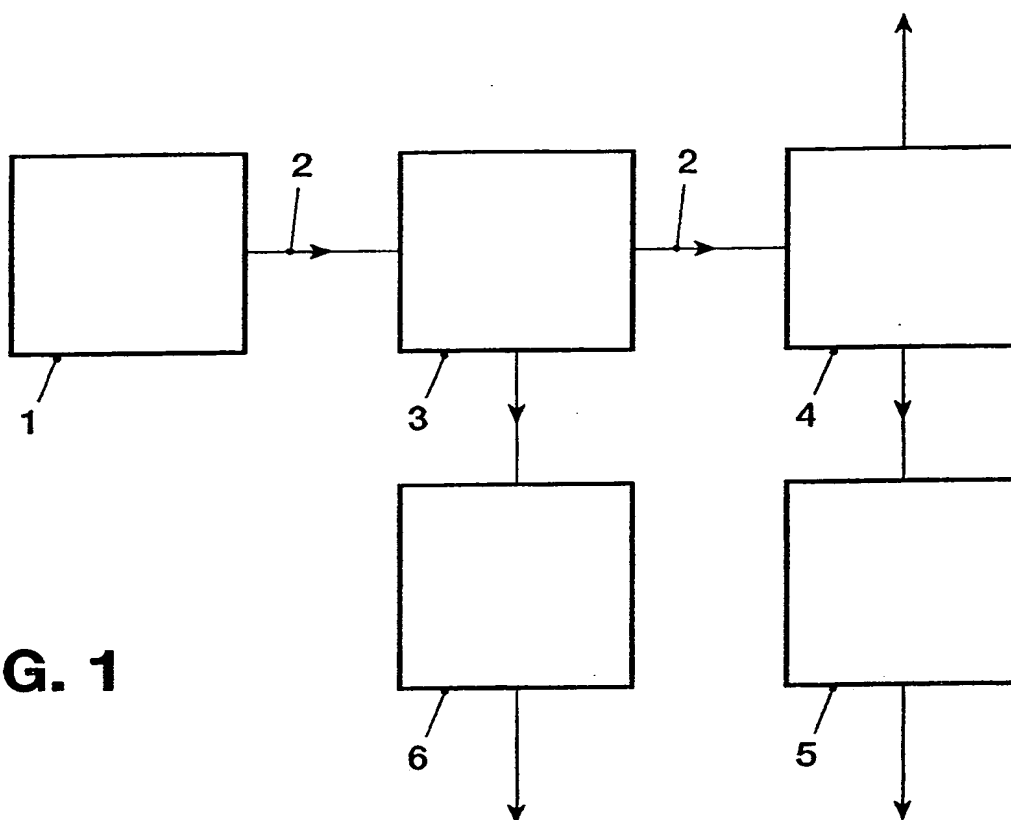
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

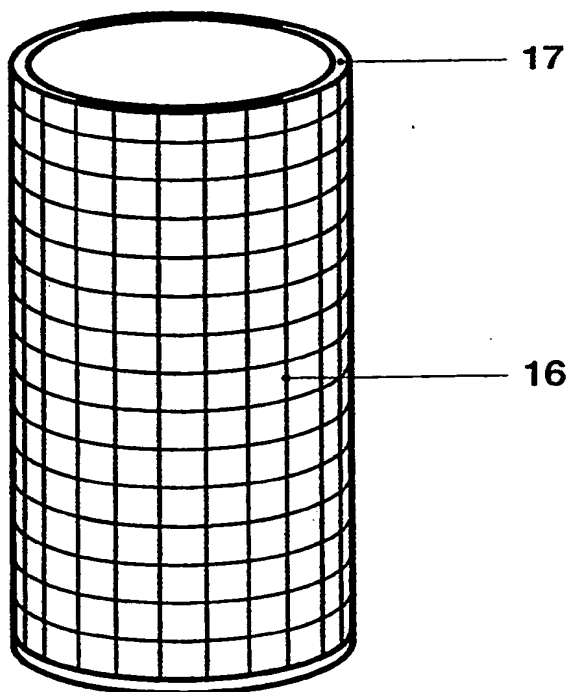
60

65

- Leerseite -



**FIG. 1**



**FIG. 5**

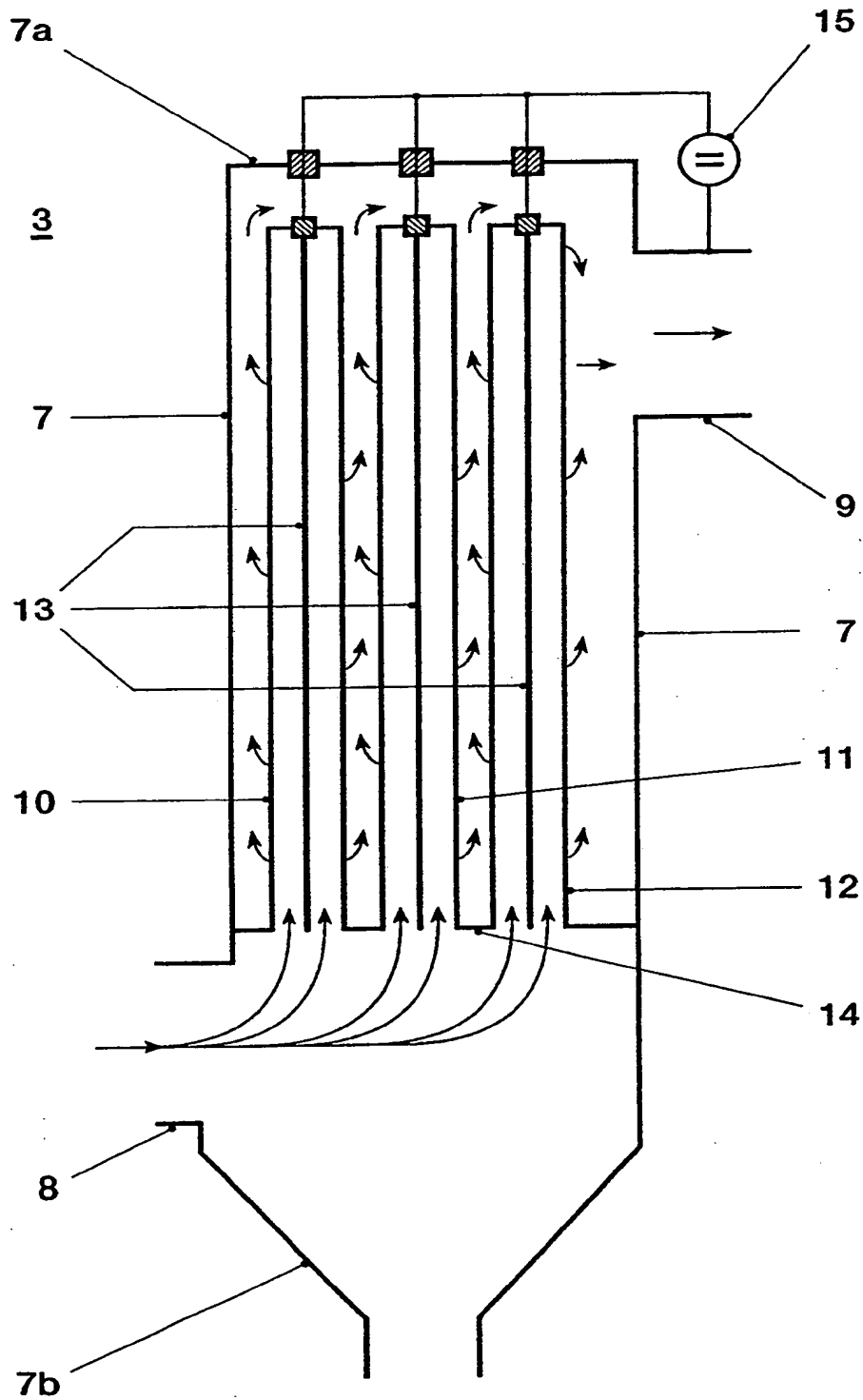
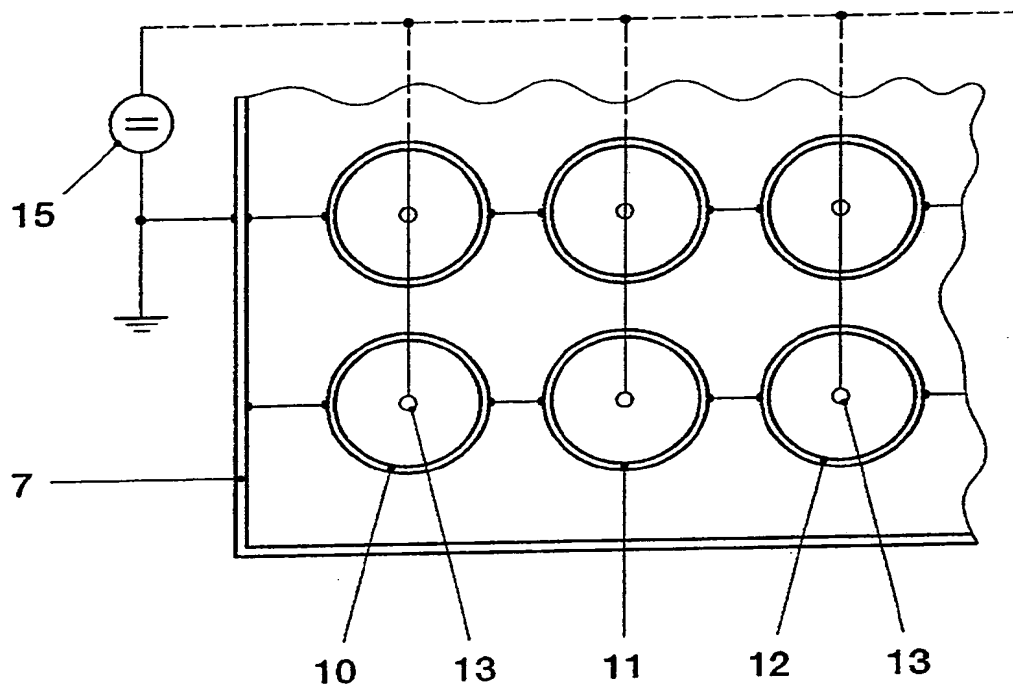
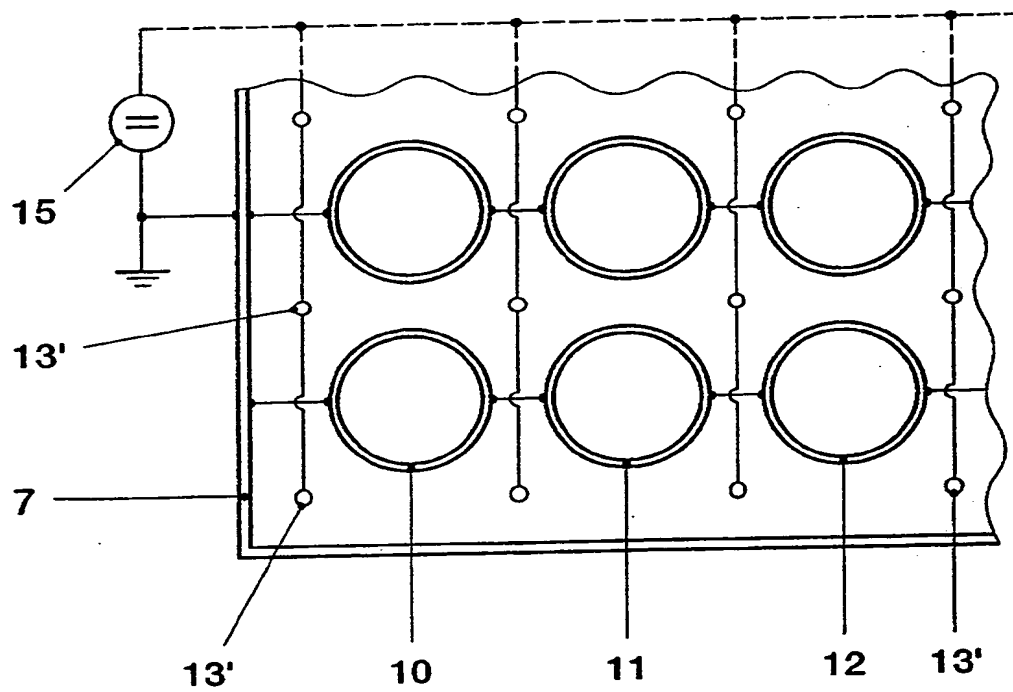


FIG. 2





**FIG. 3**



**FIG. 4**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**